

F-026

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-294908

(43) 公開日 平成11年(1999)10月29日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

F 2 5 C 1/00

識別記号

F I

F 2 5 C 1/00

D

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-104367

(22) 出願日 平成10年(1998)4月15日

(71) 出願人 598050339

イアン ウリアム エームズ  
イギリス国 イングランド チェスターフ  
ィルド パルボローフ クロフ クレソオ  
ファイヤーバーン 25

(71) 出願人 000175803

三建設工業株式会社  
東京都中央区日本橋蛸殻町1丁目35番8号

(71) 出願人 000158895

亀山 秀雄  
東京都三鷹市井の頭2-13-28

(74) 代理人 弁理士 有我 軍一郎

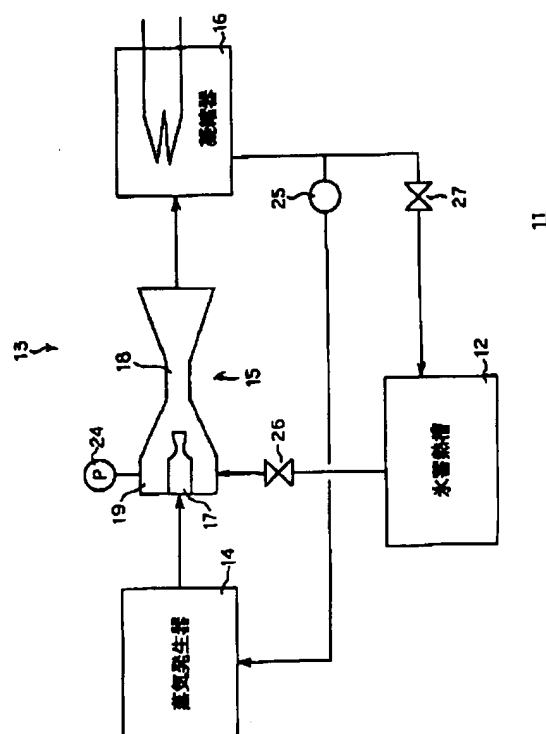
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置

(57) 【要約】

【課題】 ジェットポンプを用いた蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置において、駆動蒸気が0.294MPa以下のような低圧であっても製氷可能である蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置を提供する。

【解決手段】 蒸気発生器14、エジェクタ15、凝縮器16を具備するジェットポンプを用いた蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置11において、エジェクタ15のノズル17の先端部17aを、ノズル17に導入される駆動蒸気に応じて、ディフューザの混合部20内の所定の位置に設置する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】水及び／又は氷等を貯蔵し、熱を蓄える氷蓄熱槽と、

前記氷蓄熱槽内を減圧することによって発生する水蒸気を排気する排気手段と、を具備し、

該排気手段が、蒸気を発生する蒸気発生器と、該蒸気を導入して加速し噴射するエジェクタと、前記エジェクタから噴射される蒸気を凝縮する凝縮器と、を備え、

前記エジェクタが、エジェクタ本体と、前記エジェクタ本体内にその一部が設けられ前記蒸気発生器に連結されて駆動蒸気を噴射する蒸気噴射ノズルと、前記ノズルから噴射された駆動蒸気と前記氷蓄熱槽から発生した蒸気を混合し前記混合蒸気を拡散させながら凝縮器に案内するディフューザと、を有し、

前記ディフューザが、

軸線方向に内径が順次縮小して形成され、その一端に拡大端部とその他端に縮小端部とを有し、前記拡大端部が前記エジェクタ本体に連結された第1円筒部と、軸線方向に内径が順次拡大して形成されその一端に縮小端部とその他端に拡大端部とを有し、前記拡大端部が前記凝縮器に連結された第2円筒部と、

前記第1円筒部の縮小端部と前記第2円筒部の縮小端部に連結された両端を有する第3円筒部と、を含み、

前記ノズルの先端部が、前記ノズルに導入される駆動蒸気の圧力に応じて、前記第1円筒部の拡大端部と縮小端部との間の所定の位置に設置されることを特徴とする蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置。

【請求項2】請求項1記載の蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置において、前記蒸気発生器から前記ノズルに導入される駆動蒸気が0.294MPa以下の圧力を有することを特徴とする蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置。

【請求項3】請求項1又は2に記載の蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置において、前記氷蓄熱槽がゲルを有することを特徴とする蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置。

【請求項4】請求項1又は2に記載の蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置において、前記氷蓄熱槽が前記氷蓄熱槽内に水をスプレー状に散布するスプレーノズルを含むことを特徴とする蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水蒸気排気手段としてジェットポンプを用いた蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の氷蓄熱装置に用いられているハイドロフルオロカーボン等の代替フロン及びフロン系の冷媒は、オゾン層破壊及び地球温暖化等の地球環境へ与える影響からその使用は好ましくない。このような地球環境を害する化学物質の使用が規制される中、水を作動媒体とした夜間電力利用のノンフロン氷蓄熱冷房システム

が、本出願人が提出した特開平3-912623により提案されている。通常、このような氷蓄熱冷房システム等の水蒸気排気式氷蓄熱装置は、氷蓄熱槽と、水蒸気排気手段から構成される。前記氷蓄熱冷房システムでは氷蓄熱槽内で水及び／又は氷を貯蔵するために吸水性高分子ゲルが、また水蒸気排気手段の一例として蒸気駆動型のジェットポンプが用いられている。

【0003】図7に従来の蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置1の概略構成図を示す。蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置1は氷蓄熱槽2と、ジェットポンプを備えている。ジェットポンプは蒸気発生器3、エジェクタ4、凝縮器5から構成されている。エジェクタ4はエジェクタ本体6、ノズル7及びディフューザ8で構成され、ノズル7は氷蓄熱槽2の上部に位置するエジェクタ本体6内に設置され、ノズル7の先端部7aはエジェクタ本体6内に配置されている。

【0004】ジェットポンプは蒸気によって駆動され、作用は以下に示すとおりである。蒸気発生器3から発生した駆動蒸気はノズル7内で膨張加速され、マッハ数1を超えた高速流となりエジェクタ本体6内に流入する。エジェクタ本体6内に流入した駆動蒸気の高速度流は氷蓄熱槽2内の発生蒸気を吸引し、ディフューザ8内で氷蓄熱槽2から発生した蒸気と混合され、拡散しながら凝縮器5に達する。凝縮器5で凝縮された水はポンプ9を経て蒸気発生器3、及びバルブ10を経て氷蓄熱槽2に戻される。

【0005】一方氷蓄熱槽2内では、ジェットポンプにより槽内が減圧され、真空に保持されるため、氷蓄熱槽2内の一部の水が常温以下で蒸発し、その潜熱によって残りの水が冷却される。このようにして残りの水が、冷水及び／又は氷として氷蓄熱槽2に蓄えられる仕組となっている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来このような蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置においては、装置全体の真空保持が困難であること、水温を低くするほど消費蒸気量が増大し熱効率が悪くなること等のために、従来のジェットポンプの吸引能力では製氷が不可能であるという問題点があった。そのため主に冷水製造に用いられていた。また冷水製造の場合でも、駆動蒸気は一般的に0.294MPa以上の駆動蒸気圧力が必要であった。

【0007】従来のジェットポンプはそのシステム内では水以外の物質を使用しておらず、環境に対して安全性が高いという点で有用である。また氷蓄熱装置内での製氷が低蒸気圧によるジェットポンプの駆動で可能であれば、現在ごみ処理場等で発生し、環境に無駄に廃棄されている蒸気を利用することができ、エネルギーの節約となる。

【0008】本発明では、低駆動蒸気圧での製氷を可能

とする蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、上記課題を解決するために、水及び/又は氷等を貯蔵して熱を蓄える氷蓄熱槽と、前記氷蓄熱槽内を減圧することによって発生する水蒸気を排気する排気手段と、を具備し、前記排気手段が、蒸気を発生する蒸気発生器と、該蒸気を導入して加速し噴射するエジェクタと、前記エジェクタから噴射される駆動蒸気を凝縮させる凝縮器と、を備え、前記エジェクタが、エジェクタ本体と、前記エジェクタ本体内にその一部が設けられ前記蒸気発生器に連結されて駆動蒸気を噴射する蒸気噴射ノズルと、前記ノズルから噴射された駆動蒸気と前記氷蓄熱槽から発生した蒸気を混合し前記混合蒸気を拡散させながら凝縮器に案内するディフューザと、を有し、前記ディフューザが軸線方向に内径が順次縮小して形成され、その一端に拡大端部とその他端に縮小端部とを有し前記拡大端部が前記エジェクタ本体に連結された第1円筒部（以下単に混合部という）と、軸線方向に内径が順次拡大して形成され、その一端に縮小端部とその他端に拡大端部とを有し前記拡大端部が前記凝縮器に連結された第2円筒部（以下単に拡大部という）と、前記混合部の縮小端部と拡大部の縮小端部に連結された両端を有する第3円筒部（以下単にのど部という）と、を含み、前記ノズルの先端部が、前記ノズルに導入される駆動蒸気の圧力に応じて、前記混合部の拡大端部と縮小端部との間の所定の位置に設置されることを特徴とする蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置である。

【0010】上記のように構成された水蒸気排気式氷蓄熱槽によれば、排気手段による吸引能力が向上し、氷蓄熱槽を効率よく真空保持するため、製氷を行うことができる。請求項2記載の発明は、請求項1記載の蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置において、前記蒸気発生器から前記ノズルに導入される駆動蒸気が0.294MPa以下の圧力を有することを特徴する。

【0011】さらに、請求項1又は2に記載の蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置において、前記氷蓄熱槽がゲルを有してもよい。また、請求項1又は2に記載の蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置において、前記氷蓄熱槽が前記氷蓄熱槽内に水をスプレー状に散布するスプレーノズルを含んでもよい。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に図面に基づいて、本発明の詳細な説明を示すが、本発明は以下の実施例により限定されるものではない。なお、すべての図面において、同様な構成要素は同じ参照記号および符号を用いて示してある。図1及び図2は本発明に係る蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置の一実施例を示す図である。

【0013】まず、その構成を説明する。図1に示すよ

うに、蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置11は、氷蓄熱槽12と、ジェットポンプ13と、を具備している。ジェットポンプ13は、蒸気発生器14と、エジェクタ15と、凝縮器16と、を備えている。さらに、エジェクタ15は、エジェクタ本体19と、ノズル17と、ディフューザ18とを含んでいる。氷蓄熱槽12はエジェクタ本体19にバルブ26を介して接続されている。ノズル17は、蒸気発生器14に連結しており、エジェクタ本体19及びディフューザ18内に設置されている。凝縮器16はディフューザ18に連結しており、さらにポンプ25を介して蒸気発生器14に、バルブ27を介して氷蓄熱槽12に接続されている。エジェクタ本体19には、ジェットポンプ13による吸引圧力を測定するために、圧力計24を設置している。

【0014】さらに、図2に示すようにディフューザ18にはノズル17から噴射される駆動蒸気と氷蓄熱槽12から発生する蒸気を混合する混合部20と、前記混合蒸気を圧縮加速するのど部21と、前記蒸気の流れを減速して、拡散させながら凝縮器16に案内する拡大部22と、が含まれている。ノズル17の先端部17aはディフューザ18の混合部20内の所定の位置に設置されている。

【0015】次に、作用を説明する。まず、蒸気発生器14から発生した駆動蒸気はノズル17に導入され、ノズル17内で膨張加速され、マッハ数1を超える超音速でディフューザ18に流入し、流入した駆動蒸気の高速流は氷蓄熱槽12内の空気を吸引する。そのため氷蓄熱槽12内が真空に保持され、槽内の一部の水が常温以下で蒸発し、氷蓄熱槽12からの水蒸気はディフューザ18に流入し、ディフューザ18の混合部20で駆動蒸気と混合される。混合蒸気はディフューザ18ののど部21に超音速で流入し、のど部21で擬似衝撃波を発生して急激な圧縮上昇を生じ、拡大部22に亜音速となって流入し、拡大部22で圧力を回復した後、凝縮器16に達し凝縮される。凝縮された水はポンプ25を経て蒸気発生器14、及びバルブ27を経て氷蓄熱槽12に戻される。一方氷蓄熱槽12内では、蒸発した一部の水がその潜熱によって水自身を冷却して、残りの水が製氷される。

【0016】

【実施例1】以下に、本発明に係る蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置の第1実施例について説明する。ここでは、ノズル17の先端部17aのディフューザ18の混合部20内での所定の位置を決定するために、ノズル17の先端部17aの設置位置を変化させて、それぞれの位置でのエジェクタ本体19の吸引圧力を測定した。

【0017】測定は図1に示した装置を用いたが、本測定ではエジェクタ本体19における吸引圧力を測定することが目的であるため、製氷を行わず、氷蓄熱槽12に通じるバルブ26を閉めた状態で測定を行った。以下の

3通りの条件でそれぞれ測定を行った。

(1) 駆動蒸気120℃(0.06MPa)、ノズル17の寸法; のど径34dが2mm、出口径35dが8mm、長さ17Lが57mm

(2) 駆動蒸気130℃(0.12MPa)、ノズル17の寸法; のど径34dが2mm、出口径35dが10mm、長さ17Lが57mm

(3) 駆動蒸気140℃(0.17MPa)、ノズル17の寸法; のど径34dが2mm、出口径35dが12mm、長さ17Lが57mm

(1)～(3)の全てにおいてノズル17はステンレス鋼製で、図3に示すように、形状がのど部34への細まり管33の絞り角度が緩やかで、のど部34から噴射出口への拡がり管35が噴射出口まで直線的に拡大するものを用いた。

【0018】また(1)～(3)の全てにおいて、ディフューザ18はアクリル製で、図2に示すように、混合部の拡大端部径20dを44mm、のど径21dを18mm、拡大部の拡大端部径22dを46mm、長さ18Lを全長498mm、混合部198mm、のど部100mm、拡大部200mmとした。(1)～(3)の条件で、以下のように測定した。

【0019】図4に示すように、ノズル17の先端部17aの位置をディフューザ18の混合部20の拡大端部面20eから縮小端部の方向に、前記拡大端部面20eから20mmの位置から180mmの位置までの間で20mmずつ移動させた各位置で固定し、(1)～(3)の条件の駆動蒸気でジェットポンプ13を駆動し、圧力計24により吸引圧力を測定した。その結果を図5に示している。

【0020】条件(1)では、ノズル17の先端部17aの位置がディフューザ18の混合部20の拡大端部面20eから20mmで、その位置の混合部20の内径が約41mmの時の吸引圧力は約1.3kPaであった。さらに先端部17aの位置を拡大端部面20eから20mmずつ混合部20の縮小端部の方向に移動させていくと、それに伴い吸引圧力が減少し、先端部17aの位置が拡大端部面20eから140mmで、その位置の混合部20の内径が約26mmの時の吸引圧力は約0.30kPaとなった。その後先端部17aの位置をさらに混合部20の縮小端部の方向に移動させると、吸引圧力は増加してきた。

【0021】以上の結果から、ノズル17の先端部17aの位置がディフューザ18の混合部20の拡大端部面20eから140mmの時に最も効率よく吸引することが示された。またノズル17の先端部17aの位置がディフューザ18の混合部20の拡大端部面20eから120mmから180mmの間で、0.61kPa以下の吸引圧力が得られ、これは製氷が可能であることを示している。

【0022】条件(2)では、ノズル17の先端部17aの位置がディフューザ18の混合部20の拡大端部面20eから20mmで、その位置の混合部20の内径が約41mmの時の吸引圧力は約1.2kPaであった。さらに先端部17aの位置を拡大端部面20eから20mmずつ混合部20の縮小端部の方向に移動させていくと、それに伴い吸引圧力が減少し、先端部17aの位置が拡大端部面20eから120mmで、その位置の混合部20の内径が約28mmの時の吸引圧力は約0.30kPaとなった。その後先端部17aの位置をさらに混合部20の縮小端部の方向に移動させると、吸引圧力は増加してきた。

【0023】以上の結果から、ノズル17の先端部17aの位置がディフューザ18の混合部20の拡大端部面20eから120mmの時に最も効率よく吸引することが示された。またノズル17の先端部17aの位置がディフューザ18の混合部20の拡大端部面20eから80mmから180mmの間で、0.61kPa以下の吸引圧力が得られ、これは製氷が可能であることを示している。

【0024】条件(3)では、ノズル17の先端部17aの位置がディフューザ18の混合部20の拡大端部面20eから20mmで、その位置の混合部20の内径が40mmの時の吸引圧力は約1.0kPaであった。さらに先端部17aの位置を拡大端部面20eから20mmずつ混合部20の縮小端部の方向に移動させていくと、それに伴い吸引圧力が減少し、先端部17aの位置が拡大端部面20eから100mmで、その位置の混合部20の内径が約31mmの時の吸引圧力は約0.27kPaとなった。その後先端部17aの位置をさらに混合部20の縮小端部の方向に移動させると、吸引圧力は増加してきた。

【0025】以上の結果から、ノズル17の先端部17aの位置がディフューザ18の混合部20の拡大端部面20eから100mmの時に最も効率よく吸引することが示された。またノズル17の先端部17aの位置がディフューザ18の混合部20の拡大端部面20eから80mmから180mmの間で、0.61kPa以下の吸引圧力が得られ、これは製氷が可能であることを示している。

【0026】図5からディフューザの混合部内におけるノズルの先端部17aの位置によってエジェクタ本体19内の吸引圧力が変化することが判明した。また駆動蒸気圧の違いによって、最も効率よく吸引するノズル17の先端部17aの設置場所が異なることも示された。以上のように、駆動蒸気圧に応じてノズルの先端部17aをディフューザの混合部20内の効率よく吸引能力を示す位置に固定すれば、0.17MPa以下の低圧蒸気を使用しても、0.61kPa以下の吸引圧力が得られ製氷が可能であることが示された。

【0027】

【実施例2】以下に、本発明に係る蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置の第2実施例について説明する。図1に示した装置を用いて実際に氷蓄熱槽で製氷を行った。容量40リットルの氷蓄熱槽12に、柱状吸水性高分子ゲル（図示していない）（（株）日本触媒製：アクアリックCA-H3）を1ユニットを直径30mm、長さ35mmとして5mm間隔で横置きし、20リットルまで充填した（充填率52%）。さらに前記吸水性高分子ゲルが製氷されることを確認するため、ゲル層内に熱電対（図示していない）を挿入した。

【0028】本実施例における吸水性高分子ゲルはポリアクリル酸ナトリウム架橋体を用いているが、この他にデンブロン系、セルロース系、合成ポリマー系（例えばその他のポリアクリル酸塩系、ポリビニルアルコール系、ポリアクリルアミド系、ポリオキシエチレン系等）等の吸水性高分子ゲルの公知材料の中から適宜選択して使用することができ、その形状は粉末状、シート状又は繊維状等の何れの形状であってもよい。

【0029】また吸水性高分子ゲルを用いる氷蓄熱槽12は、図6に示す氷蓄熱槽37であってもよい。氷蓄熱槽37は、水をスプレー状に散布するスプレーノズル38を氷蓄熱槽37内に設け、噴射状に水39を散布して水の蒸発面積を大きくする。そのため蒸発する水の潜熱によって、氷蓄熱槽37内に蓄積された水40が冷却され、氷として槽内に蓄えられる。

【0030】同様に、このような水の蒸発面積を大きくするための様々な方法を用いることができる。ノズル、ディフューザ共に実施例1と同じ形状のものを用いた。ノズル17はステンレス鋼製のノズルで、図3に示すように、のど部径34dを2mm、出口径35dを12mm、長さ17Lを57mmとした。ノズルの形状は必要に応じて様々に変更することができる。

【0031】ディフューザ18はアクリル製で、図2に示すように混合部20の拡大端部径20dを44mm、のど部径21dを18mm、拡大部22の拡大端部径22dを46mm、長さ18Lを498mmとした。ノズル17の先端部17aは、予め測定で得られたディフューザ18の混合部20内の最も効率よく氷蓄熱槽内の空気を吸引する位置に固定されている。ここでは約140℃（0.17MPa）の駆動蒸気を用いるため、ノズルの先端位置は実施例1の測定から得られた図5に示した結果から、ディフューザ18の混合部20の拡大端部面20eから100mmの位置で、その地点のディフューザ18の内径が約31mmである地点に設置した。

【0032】ノズルの先端位置は各駆動蒸気の圧力に応じて、効率よく氷蓄熱槽を吸引する位置に設置することができる。次に蒸気発生器14から約140℃、0.17MPaの駆動蒸気を発生させた。圧力計24により、エジェクタ本体19の吸引圧力を測定した結果、製氷可

能な吸引圧力0.61kPa以下の約0.6kPaを保ち、ゲル層内に挿入している熱電対の温度が-3℃となったことから約185分間で製氷が完了することを確認した。

【0033】なお、駆動蒸気としてごみ処理場等で発生し、環境に無駄に廃棄されている蒸気をエジェクタに接続してノズルに導入して用いることもできる。

【0034】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、エジェクタの蒸気噴射ノズルの先端部を、ノズルに導入される駆動蒸気圧に応じてディフューザの混合部の適切な位置に設置することによって、ジェットポンプの吸引能力が向上し、氷蓄熱槽を効率よく真空保持するため、製氷を行うことができる。

【0035】請求項2記載の発明によれば、前記蒸気発生器から前記ノズルに導入される駆動蒸気が0.294MPa以下の圧力を有するため、駆動蒸気として現在ごみ処理場等で発生し、環境に無駄に廃棄されている蒸気を利用することによってエネルギーを節約できる。請求項3及び4記載の発明によれば、氷蓄熱槽内に導入された水の蒸発面積を大きくすることができるため、より効率よく製氷を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置の一実施例を示す概略構成図である。

【図2】図1に示した蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置の一部を構成するエジェクタの一実施例を示す概略構成図である。

【図3】図2に示したノズルの拡大断面図である。

【図4】本発明の実施例における、ディフューザとノズルの先端部位置を示す拡大断面図である。

【図5】一実施例のノズルの先端部位置による吸引圧力変化を示すグラフである。

【図6】図1に示した蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置の一部を構成する氷蓄熱槽の実施例1とは別の態様を示す概略図である。

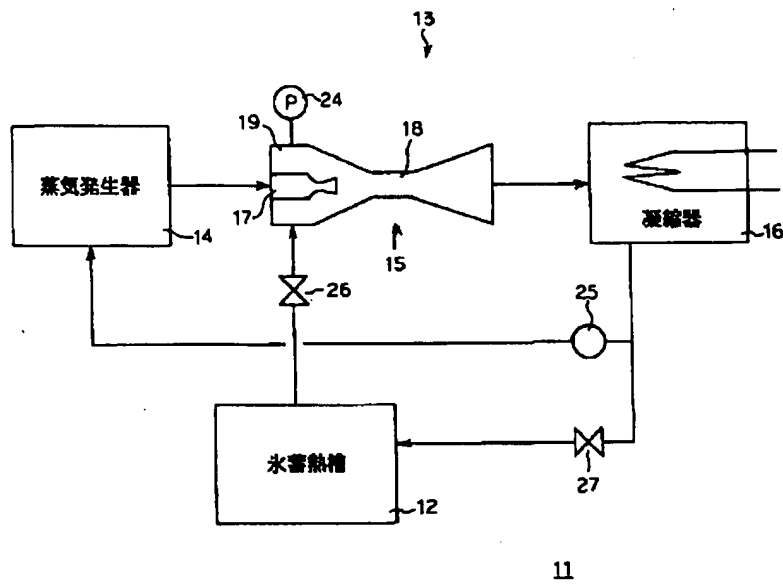
【図7】従来の蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置の概略構成図である。

【符号の説明】

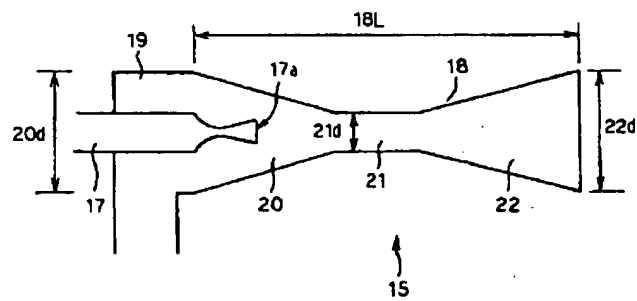
- 11 蒸気駆動水蒸気排気式氷蓄熱装置
- 12 氷蓄熱槽
- 13 ジェットポンプ（排気手段）
- 14 蒸気発生器
- 15 エジェクタ
- 16 凝縮器
- 17 ノズル
- 18 ディフューザ
- 19 エジェクタ本体
- 20 ディフューザの混合部（第1円筒部）
- 21 ディフューザののど部（第3円筒部）

## 22 ディフューザの拡大部(第2円筒部)

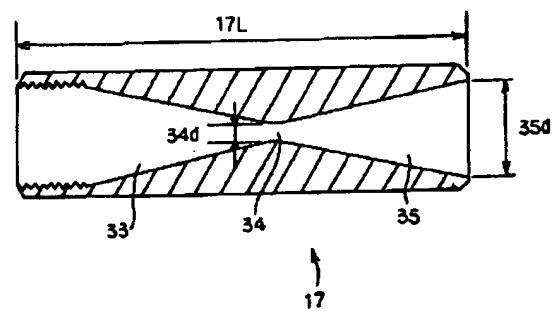
【図1】



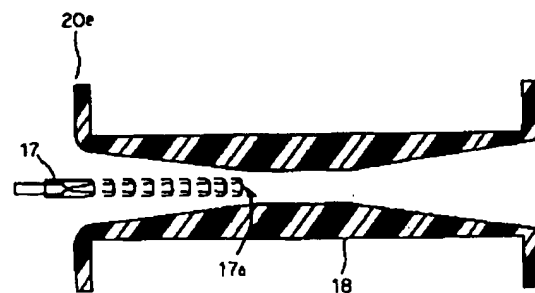
【図2】



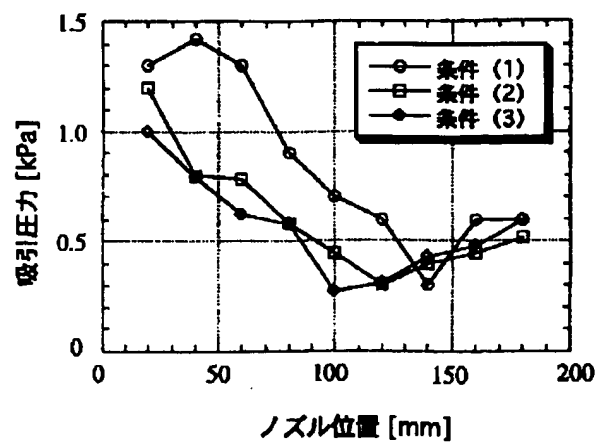
【図3】



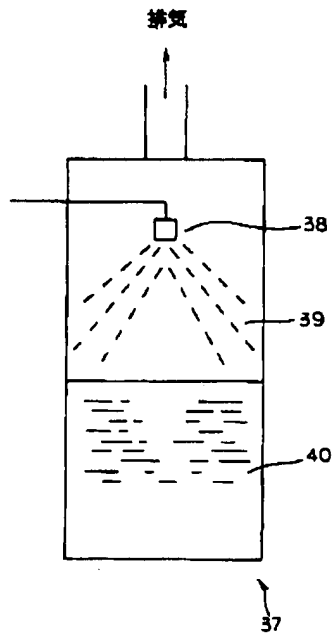
【図4】



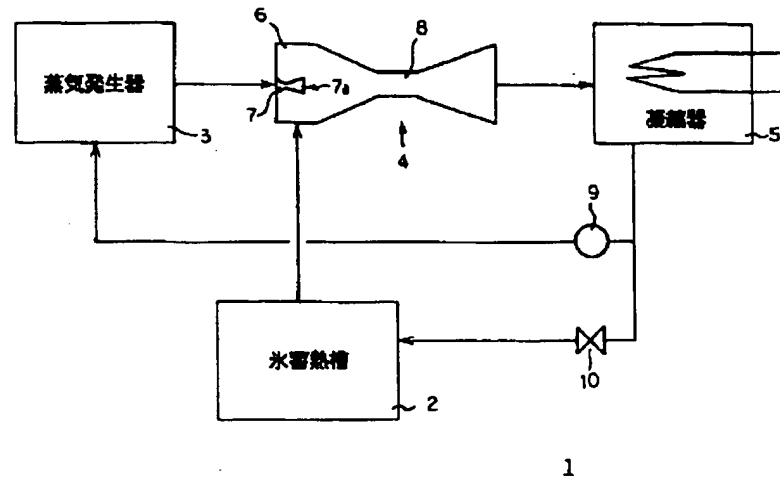
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 イアン ウリアム エームズ  
イギリス国 イングランド チェスターフ  
ィルド バルボローフ クロフ クレソオ  
ファイヤーバーン 25

(72)発明者 本郷 賢  
東京都中央区日本橋蛸殻町1丁目35番8号  
三建設備工業株式会社内

(72)発明者 山本 協子  
東京都小金井市東町2丁目31番25号

(72)発明者 亀山 秀雄  
東京都三鷹市井の頭2丁目13番28号